

Madera laminada encolada



**Descripción general**

La madera laminada encolada está constituida por, al menos, tres tablas o láminas desecadas y encoladas entre ellas con las fibras paralelas. Antes de ser encoladas, las láminas se clasifican según la resistencia en modo visual o mecánico y, posteriormente cepilladas. La cola empleada debe cumplir los requisitos de la EN 301 para componentes de madera con función estructural. Se debe verificar la idoneidad de la especie para la producción de madera laminada encolada. Se emplean sobre todo maderas de abeto rojo, abeto blanco y alerce. Se pueden fabricar tanto vigas

rectilíneas o curvas. Se distingue entre madera laminada encolada homogénea (todas las láminas de la sección deben pertenecer a la misma clase resistente) y madera laminada encolada combinada (las láminas internas y externas pueden pertenecer a diferentes clases de resistencia). La madera laminada es particularmente adecuada para componentes de construcción sujetos a cargas elevadas y con grandes luces, además de para exigencias de elevada estabilidad de la forma y estéticas.

**Clases de aplicaciones**

Material de construcción	Requisitos	Clase de servicio según EN 1995-1-1
Madera laminada de conífera	Seco, húmedo, exterior	1, 2 and 3*

\* ... EN 386 contiene los parámetros de producción de la madera laminada para su uso en una determinada clase de servicio

**Dimensiones típicas [mm]**

Longitud	hasta 18000 (medida estándar) hasta 50000 (componentes de construcción)
Anchura	hasta 260
Espesor	hasta 500

**Bases técnicas**

Draft DIN 1052	Entwurf, Berechnung und Bemessung von Holzbauwerken. Allgemeine Bemessungsregeln und Bemessungsregeln für den Hochbau
ÖNORM B 3800-1/4	Brandverhalten von Baustoffen und Bauteilen (Comportamiento ante el fuego de los materiales y los sistemas constructivos) Teil 1: Baustoffe; Anforderungen und Prüfungen (alte Ausgabe: 1.12.88) Teil 4: Bauteile; Einreihung in die Brandwiderstandsklassen
ÖNORM B 4100-2	Holzbau - Holztragwerke - Teil 2: Berechnung und Ausführung (Madera para la construcción – Madera para otros trabajos)
ÖNORM DIN 4074-1	Sortierung von Nadelholz nach der Tragfähigkeit - Teil 1: Nadelschnittholz (Clasificación de la madera por su capacidad para ser transportada)
EN 14080	Estructuras de madera - Madera laminada encolada - Requisitos
EN 386	Madera laminada encolada - Especificaciones y requisitos de fabricación
EN 387	Madera laminada encolada - Empalmes mediante uniones dentadas de grandes dimensiones - Especificaciones y requisitos mínimos de fabricación
EN 1194	Estructuras de madera - Madera laminada encolada - Clases de resistencia y determinación de los valores característicos
EN 1995-1-1/2	Eurocódigo 5 - Proyecto de estructuras de madera Parte 1-1: Reglas generales y reglas para edificación Parte 1-2: Proyecto de estructuras sometidas al fuego

Madera laminada encolada

**Propiedades mecánicas**

\_ conforme a la EN 1194

Clases de resistencia	Madera laminada homogénea – Madera de conífera (encolado horizontal)			
	GL24h (BS11h)*	GL28h (BS14h)*	GL32h	GL36h
$\rho_k$ [kg/m <sup>3</sup> ]	380	410	430	450
$f_{m,k}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	24	28	32	36
$f_{t,0,k}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	16,5	19,5	22,5	26
$f_{t,90,k}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	0,4	0,45	0,5	0,6
$f_{c,0,k}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	24	26,5	29	31
$f_{c,90,k}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	2,7	3,0	3,3	3,6
$f_{v,k}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	2,7	3,2	3,8	4,3
$E_{0,mean}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	11600	12600	13700	14700
$E_{90,mean}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	390	420	460	490
$E_{0,5}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	9400	10200	11100	11900
$G_{mean}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	720	780	850	910

\* ... clases BS correspondientes según la EN 1995-1-1

Tab. 1: Valores característicos de la madera laminada homogénea según la EN 386

Clases de resistencia	Madera laminada homogénea – Madera de conífera (encolado horizontal)			
	GL24c (BS11k)*	GL28c (BS14k)*	GL32c	GL36c
$\rho_k$ [kg/m <sup>3</sup> ]	350	380	410	430
$f_{m,k}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	24	28	32	36
$f_{t,0,k}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	14	16,5	19,5	22,5
$f_{t,90,k}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	0,35	0,4	0,45	0,5
$f_{c,0,k}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	21	24	26,5	29
$f_{c,90,k}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	2,4	2,7	3,0	3,3
$f_{v,k}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	2,2	2,7	3,2	3,8
$E_{0,mean}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	11600	12600	13700	14700
$E_{90,mean}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	320	390	420	460
$E_{0,05}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	9400	10200	11100	11900
$G_{mean}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	590	720	780	850

\* ... clases BS correspondientes según la EN 1995-1-1

Tab. 2: Valores característicos de la madera laminada combinada según la EN 386

Los valores de resistencias características son referidos en el caso de la flexión a una altura, en el caso de la tracción en el sentido de las fibras a un ancho de 150 mm, en el caso de la resistencia al corte por tracción perpendicular a la fibra a una dimensión de la muestra de 45 mm x 180 mm x 70 mm y en el caso de la resistencia al corte a un volumen uniformemente solicitado de 0,0005 m<sup>3</sup>. Un sistema de clases de resistencia nos lleva de nuevo a las tablas 1 y 2.

Estos valores deben ser modificados según la EN 1995-1-1 en base a la clase de servicio y a la duración de la aplicación de la carga ( $k_{mod}$ ,  $k_{def}$ ).

**Propiedades físicas**

\_ según " Catálogo de comportamiento térmico en los materiales y componentes de construcción" (Instituto de normalización austríaco, 2001)

	Madera y madera contrachapado				
	$\rho$ [kg/m <sup>3</sup> ]	$\lambda$ [W/mK]	c [kJ/kgK]		
	400	0,11	2,5	500	0,13
		0,15		600	0,15
		0,17		700	0,17
		0,20		800	0,20

**Comportamiento al fuego**

\_ conforme a la EN 1995-1-2

	Madera laminada	Frondosas	Frondosas
	$\rho_k \geq 290$ kg/m <sup>3</sup>	$\rho_k \geq 290$ kg/m <sup>3</sup>	$\rho_k \geq 450$ kg/m <sup>3</sup>
Velocidad de carbonización $\beta_0$	0,7 mm/min	0,7 mm/min	0,5 mm/min

\_ conforme a la EN 14080 (Apartado E)

	$\geq 380$ kg/m <sup>3</sup> , $\geq 40$ mm
Euroclase	D
Clase de emisión de humo	s2
Clase de producción de gotas	d0

\_ conforme a la ÖNORM B 3800-1 (edición vieja del 1.12.88)

	$\geq 2$ mm
Clase de reacción al fuego	B2
Clase de emisión de humo	---
Clase de producción de gotas	---

\_ conforme a la ÖNORM B 3800-4

	BS11 y superior*
Velocidad de carbonización $\beta$	0,65 mm/min

\* ... según la ÖNORM DIN 4100-2

## Madera laminada encolada

### Propiedades ecológicas

Referencia a "Características ecológicas de madera y derivados de la madera en Austria". Instituto Austríaco para la construcción biológica y ecológica (2002)

### Evaluación: ☺☹ → características ecológicas en general favorables, pero con algunos puntos débiles

Para la mayor parte de los criterios ambientales considerados, la madera laminada muestra un potencial moderado, aunque presenta un elevado potencial de acidificación. Esto se debe, específicamente, a la elevada necesidad de energía eléctrica para la fabricación del producto, que presenta graves problemas ecológicos en toda Europa (UCPTE-Mix) en virtud de los fuertes consumos de energía atómica y térmica, que suponen una incidencia negativa sobre el balance, además de por la cantidad de cola empleada. Otro factor determinante es el proceso de desecado para la preparación del serrado. El porcentaje de cola en el producto es relativamente bajo y, por tanto, incide de la misma forma sobre el impacto ambiental global del producto.

### Otros

Madera laminada encolada con juntas a peine. Las juntas en peine deben satisfacer las exigencias de la norma EN 387 y estar marcadas según la misma. Igualmente pueden emplearse en la clase de servicio 3 si la dirección de la fibra cambia al mismo tiempo la junta.

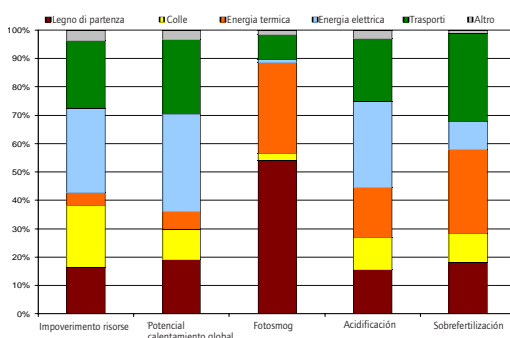


Fig. 1: Impacto ambiental por procesos (Madera laminada encolada)

Categoría de impacto	Madera laminada encolada
Referido a una tonelada seca	
Recurso abiótico [g Sb eq]	1660
Potencial calentamiento global [kg CO <sub>2</sub> eq]*	-571
Potencial calentamiento global [kg CO <sub>2</sub> eq]	202
Fotosmog [g C <sub>2</sub> H <sub>2</sub> ]	210
Acidificación [g SO <sub>2</sub> eq]	1750
Sobrefertilización [g PO <sub>4</sub> <sup>---</sup> eq]	173
PEC no renovable [MJ]	3335
PEC renovable [MJ]	19640

\* ... teniendo en cuenta el almacenamiento de carbono en la madera